

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-183168

(43)Date of publication of application : 28.07.1988

(51)Int.Cl.

G23C 14/34

(21)Application number : 62-012343

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.01.1987

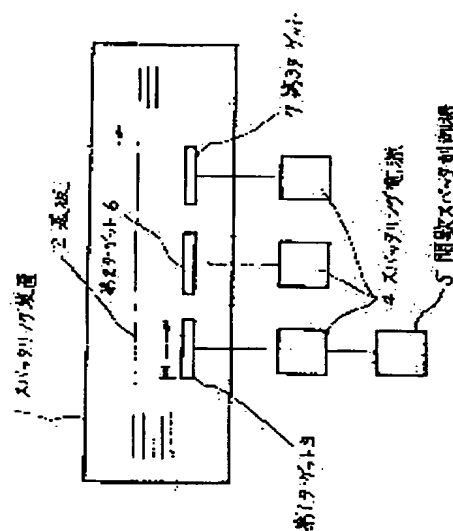
(72)Inventor :  
KENMOCHI AKIHIRO  
KOBAYASHI HIDE  
WATANABE KUNIHICO  
MATSUZAKI EIJI  
YORITOMI YOSHIFUMI  
KOSHIMO TOSHIYUKI  
NAKATANI MITSUO

## 54) SPUTTERING METHOD

### 57)Abstract:

PURPOSE: To attain desired film thickness and quality by intermittently controlling sputtering power impressed to a target in a sputtering device.

CONSTITUTION: When a multilayered film consisting of a Ti layer of 500 $\text{\AA}$  thickness, a Pd layer of 3,000 $\text{\AA}$  thickness and an Au layer of 1.5 $\mu\text{m}$  thickness is formed in a sputtering device 1, Ti, Pd and Au targets of the same size are used as first, second and third targets 3, 6, 7, and an intermittent sputtering controller 5 is attached to a sputtering power source 4 for the first target. A substrate 2 is transferred at a constant rate decided from the thickness of the thickest Au layer. Since it is necessary to deposit the thinnest Ti layer to be well adhered to the substrate 2 to 500 $\text{\AA}$  thickness on the substrate 2 moving at the transfer rate, intermittent sputtering is carried out with the control mechanism 5 without lowering the density of electric power impressed to the Ti target. By this method, multilayered films can be formed in different ratios in thickness with targets of the same standard size and required film quality is obtd.



[JPA\_63-183168]

The above-described object is achieved by intermittently controlling sputtering power which is supplied to a target of a sputtering device.

[Operation]

According to the invention, an average film-forming rate can be controlled in a wider range by intermittently supplying sputtering power. Since film quality is determined by the film-forming rate at the time that the power is intermittently supplied, the film quality can be controlled in a range equal to that of the conventional case in which the sputtering power is continuously supplied.

[Embodiments]

Hereinafter, the invention will be described in detail using the drawings.

Fig. 1 illustrates a first embodiment of the invention. In a sputtering device which forms a multilayered film Ti(500 Angstrom)-Pd(3000 Angstrom)-Au(1.5  $\mu$ m), Ti was adhered to a first target, Pd was adhered to a second target, and Au was adhered to a third target. The targets were equal in size to each other. An intermittent sputtering controller was attached to a sputtering power source for the first target. In this case, a substrate is transferred at a constant rate decided by Au which gives the thickest film thickness. Since Ti, which gives the

thinnest film thickness and is to be well adhered to the substrate, was required to be deposited to 500 Angstrom thickness on the substrate moving at the transfer rate decided by Au, the intermittent sputtering controller was attached not to lower the density of power supplied to a Ti electrode.

As a result, a film having an excellent adhesion property was obtained as shown in Table 1.

Table 1 Adhesion Strength of Ti-Pd-Au

Method	Adhesion Strength
Intermittent Sputtering Method	3 kg/mm <sup>2</sup>
Conventional Method (Ultra-Low Power Sputtering)	1 kg/mm <sup>2</sup>

Fig. 2 illustrates an example of the configuration of the intermittent sputtering controller, Fig. 3 illustrates a flowchart of the use of the controller, and Fig. 4 illustrates an example of the power output of the sputtering power source. Intermittent sputtering makes the sputtering power strong or weak. However, an idle state was secured such that minimum plasma was maintained even if the power was weak. When the sputtering was performed, the power was superimposed on the idle state. When the idle state was removed, there was a case in which the plasma cannot be maintained even if the sputtering power is applied.

In order to obtain the sputtering output shown in Fig. 4, the configuration of the controller shown in Fig. 2

can be used. Idle power is output from an idle power source. That is, parameters of sputtering conditions shown in Fig. 3 are input from a keyboard, and the sputtering power can be output through a computing unit (MPU) and a D-A converter. In Fig. 2, the idle power source is separately formed. However, the parameters can be input from the keyboard and the output can be performed through the computing unit and the D-A converter.

When an interval between the time at which the intermittent sputtering is performed and the time at which the next intermittent sputtering is performed is larger than a value obtained by dividing the target size by the transfer rate of the substrate, unevenness in film thickness occurs. Generally, since the interval is a period of time of minute order, the controller can be sufficiently configured by a mechanical switch such as a relay.

Next, a third embodiment of the invention will be described.

In the second embodiment of the invention (Fig. 5), the strong target power and the weak target power (idle power) are provided by one power source. However, the function can be divided. An embodiment is illustrated in Fig. 8. That is, a main power source 41 which outputs the strong target power and subordinate power sources 42 which output the weak power are combined to use. By using the

subordinate power sources, the function of the intermittent sputtering controller can be simplified.

The main power source 41, the subordinate power sources 42, and the targets are connected by an electrode selecting switch 81 and low-power switch-over switches 82. When the strong power is supplied to the first target 3, the main power source 41 is connected to the target and the subordinate power source 42 is disconnected to the target in the intermittent sputtering controller 5. When the strong power is supplied to the second target 6, the main power source 41 is connected to the second target 6.

In this way, the main power source 41 is sequentially connected to the plurality of targets. The target which is not connected to the main power source 41 is connected to the subordinate power source 42, and the plasma for the sputtering is maintained.

In the conventional case, the main power source has been required for all of the targets. However, in this embodiment, since the device can be configured by one main power source and a plurality of subordinate power sources, it is possible to reduce cost for the power sources and

(A) installation area.

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-183168

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
C 23 C 14/34

識別記号

庁内整理番号  
8520-4K

④ 公開 昭和63年(1988)7月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 スパッタリング方法

⑰ 特 願 昭62-12343

⑱ 出 願 昭62(1987)1月23日

⑲ 発 明 者 鈕 持 秋 広 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 小 林 秀 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 渡 辺 邦 彦 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 松 崎 永 二 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1 発明の名称

スパッタリング方法

## 2 特許請求の範囲

- 1 スパッタリング電源の電力を周期的に高電力と低電力にし、高電力時の積算電力に相応した膜厚を堆積することを特徴とするスパッタリング方法。

- 2 特許請求の範囲第1項記載のスパッタリング方法において、

前記スパッタリング電源に複数のスパッタリング電極を切替手段によって接続し、周期的にスパッタリング電極を順次、付勢することを特徴とするスパッタリング方法。

- 3 特許請求の範囲第1項記載のスパッタリング方法において、

前記スパッタリング電源として、高電力を出力する主たるスパッタリング電源と、低電力を出力する従たるスパッタリング電源とを設け、前記主たるスパッタリング電源の出力が複数

のスパッタリング電極の何れか1つに切替手段により周期的に接続され、

前記主たるスパッタリング電源に接続されていないスパッタリング電極には、切替手段により前記従たるスパッタリング電源が接続されることを特徴とするスパッタリング方法。

## 3 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は基板上に薄膜を生成する製造方法に係り、特に膜厚、膜質の制御性のよいスパッタリング方法に関する。

## 〔従来の技術〕

ICや薄膜デバイスなどのマイクロエレクトロニクス製品では回路の高性能化、高密度化を実現するために、基板内に何層にも薄膜を重ねて形成する。この場合、各層の薄膜の特性はそれぞれの膜に要求される機能により異なり、この結果、各層の膜厚、膜質とも大きなちがいがある。わかりやすい例を挙げれば、膜厚の比だけで10～100倍も異なることがある。

多層薄膜が用いられる例として、はんだ付用金属成膜について考える。金属成膜(以下、メタライズと称す)がはんだに侵蝕されないようにするため、はんだ付用のメタライズには数ミクロンという膜厚が必要である。文献、電子部品会議、32巻、346頁～353頁、1982年( *Electron Components Conf. vol.32 page 346 - 353 '82* ) によれば、Ti(約3000Å) - Pd(約3000Å) - Au(5μm)がはんだ用メタライズの一例として用いられている。すなわち膜厚比が約20倍も異なっている。

このようなメタライズを感熱ヘッドやTFT(Thin Film Transistor)アクティブマトリックス基板に適用しようとする、大面積が必要であることから、スパッタリング成膜が好適である。インラインのスパッタリング装置で考えると第1図のような装置から間歇スパッタリング制御機を除いた装置が従来例である。第1ターゲットでTi層、第2ターゲットでPd層、第3ターゲットでAu層を成膜する。インライン方式であるため、移動速度は一定である。このため基板に成膜される膜厚比

の小さい方のスパッタリング電力密度を $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{50}$ と極端に小さくしないと必要な膜厚比が得られない。そこでスパッタリング電力密度を上記のように極端に小さくすると、今度は膜質に影響が出て必要な特性をもった膜が得られなくなることが知られている。例えば文献ジャーナル、オブ、アプライド、フィジックス第44巻、No.5、1009頁、1972年( *J. Appl. Phys., vol.44, No. 5, page 1009, 1972* ) に示されているように、スパッタリング膜を組成する粒径は成膜速度に大きく依存している。その粒径は耐腐食性、エッチング特性、耐マイグレーション性、相互拡散性等に関係し、制御されることが必要であるが、前記のように膜厚の制御を優先させると、膜質の制御ができないという隘路があった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は膜厚と膜質を両立させる点について充分配慮がされておらず、必要な膜質又は膜厚が得られないという問題があった。

本発明の目的は、膜厚と膜質を両立させるスバ

はターゲットの長さLとターゲット材料の成膜速度によって決まる。

ターゲットの長さLは標準化されており、膜厚比をかえるため自由に寸法を変えることは、高価なスパッタリング装置において実用的でなく、実際には長さLのターゲットを何枚か並べて、膜厚比を増やすことが行われている。そしてターゲットを並べることはスパッタリング装置を大型化し高価とするため、並べられるのはせいぜい2～3枚が限度である。

膜厚比をかえるもう1つの技術要素がある。それは成膜速度である。成膜速度はターゲットに与える電力密度とターゲット材によって決まっているスパッタ率で定められる。スパッタ率については文献(「薄膜作成の基礎」麻時著、157頁、日刊工業新聞社 昭和59年発行)に詳しい。

スパッタ率は  $Ti=0.5$  ,  $Pd=2.0$  ,  $Au=2.5$  であり、先にのべたAuとPdの膜厚比20を得るためには、ターゲットに与える電力比を20にしなければ要求される膜厚比が得られない。この場合、膜厚

フタリング方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的はスパッタリング装置のターゲットに与えるスパッタリング電力を間歇的に制御することによって達成される。

〔作用〕

本発明では、間歇的にスパッタリング電力を入れたり切ったりして与えることにより、平均的な成膜速度を従来より広い範囲にわたり、制御することができる。しかも膜質は、間歇的に電力を入れた時の成膜速度で決まるため、膜質についても従来の連続的にスパッタリング電力を与える場合と同様の制御範囲を得ることができる。

〔実施例〕

以下、本発明を図面を用いて詳細に説明する。

第1図に本発明の第1の実施例を示す。多層膜としてTi(500Å) - Pd(3000Å) - Au(1.5μm)を形成するスパッタリング装置で、第1ターゲットにTi、第2ターゲットにPd、第3ターゲットにAuを取りつけ、ターゲット寸法は同一とした。第

ターゲット用スパッタリング電源に間歇スパッタリング制御機を取りつけた。この場合、一定速度で基板を搬送するが、搬送速度は膜厚のもっとも厚いAuで決められる。そして最も薄く、基板との接着性が大切なTiは、Auで決められた搬送速度で移動する基板に500Åつける必要があるため、Ti電極に与える電力密度を落さずに済む間歇スパッタリング制御機を取りつけた。

その結果、表1のごとく接着性のよい膜が得られた。

表1 Ti-Pd-Auの付着強度

方法	付着強度
間歇スパッタリング法	5 Kg/mm <sup>2</sup>
従来法 (超低電力スパッタリング)	1 Kg/mm <sup>2</sup>

間歇スパッタリング制御機の構成例を第2図に、制御機の使用フローチャートを第3図に、スパッタリング電源の電力出力例を第4図に示す。間歇スパッタリングはスパッタリング電力を強弱させるが、電力の弱い時にも最小限のプラズマが維持できるようにアイドル状態を確保し、スパッタリ-

次に第2の実施例について述べる。多層膜として第1の実施例と同様、Ti-Pd-Auを形成する場合のスパッタリング装置構成例を第5図に示す。第1ターゲットにTi、第2ターゲットにPd、第3ターゲットにAuをつけた。第1の実施例と同様、基板の搬送速度はAuで決められている。スパッタリング電力を間歇スパッタリング制御機により、第5図のごとく、第1及び第2ターゲットに割り振る。このことにより、第1の実施例と比較し、電源を1個省略でき、低価格のスパッタリング装置をつくることができる。この場合、TiとPdの膜厚はスパッタリング電力および投入時間幅により制御することができる。第1及び第2ターゲットに印加される電力を第6図に示す。

次に本発明実施時の成膜対象基板の温度上昇について述べる。

Alを間歇スパッタリング装置で形成したところ第7図に示すごとく本発明によれば、必要な膜厚を得るまでに上昇する基板温度が低いことがわかった。基板温度はCA熱電対を基板裏面に耐熱樹脂

ングをするときにはアイドル状態に電力を重畳させた。アイドル状態を除くとスパッタリング電力を印加してもプラズマが追従できないことがあった。

第4図のようなスパッタリング出力を得るためには第2図のような制御機の構成で実施することができる。アイドル電源でアイドル電力を出力させる。つまり、キーボードから第3図に示すようなスパッタリング条件パラメータを入力し、演算器(MPU)、D-A変換器を経て、スパッタリング電力を出力させることができる。第2図では、アイドル電源を別に形成したが、キーボードから入力し、演算器、D-A変換器を経て出力することもできる。

間歇スパッタリングの投入間隔は、ターゲット寸法を基板搬送速度で除した商より小さくしないと、膜厚の不均一が発生する。一般的には投入間隔が分オーダの時間であることから、制御機はリレー等の機械的スイッチでも、充分、構成可能である。

で固定して測定した。この結果は所望の膜厚を得るために必要な時間が長くなることを意味し、スパッタリング電力の弱いアイドル時に基板が冷却され、温度上昇がおさえられるためである。得られた膜の粒径は従来のスパッタリング法によるものよりも小さい。

次に第3の実施例について述べる。

第2の実施例(第5図)では、1台の電源で強いターゲット電力と弱いターゲット電力(アイドル電力)を受け持っているが、この機能を分けることができる。第8図に実施例を示す。すなわち強いターゲット電力を出力する主たる電源41と弱い電力を出力する従たる電源42を組合せて使用する。従たる電源を利用することにより、間歇スパッタリング制御機の機能を簡素化することができる。

主たる電源41と従たる電源42とターゲットは電極選択スイッチ81と低電力切替スイッチ82により接続されている。第1ターゲット3に強い電力を与える時は間歇スパッタリング制御機5におい

て、主たる電源41をターゲットに接続し、従たる電源42とターゲット間の接続を切る。第2ターゲット6に強い電力を与えるときには主たる電源41を第2ターゲット6に接続する。

このように逐次、多数のターゲットに主たる電源41を接続する。主たる電源41に接続されていないターゲットには、従たる電源42が接続され、スパッタリングのプラズマが保持される。

このようにすることにより従来は全てのターゲットに大きな主たる電源が必要であったが、本実施例では、1台の主たる電源と複数の小さな従たる電源で装置が構成でき、電源のコスト、設置面積を低減することができる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、標準寸法のターゲットを用いて、各種膜厚比の異なる多層膜を形成でき、しかも必要な膜質を得ることができる。また、スパッタリング電力が余っているとき、他のターゲットに割り振ることにより、1台の電源で多数のターゲットに電力を供給できる。このため電源の台数

を低減することができるので、実用的なスパッタリング装置を供給することができる。

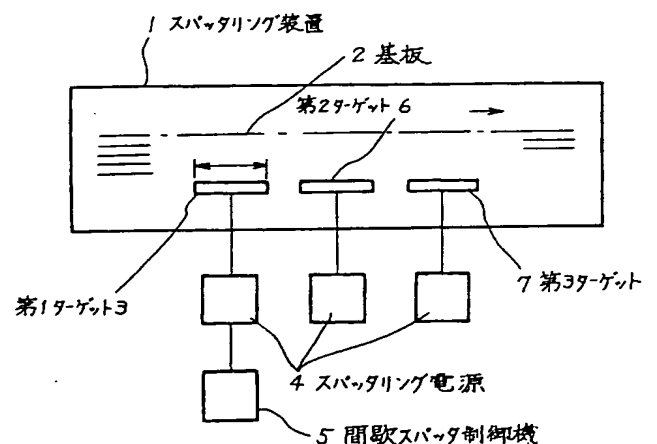
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例である間歇スパッタリング装置の全体構成図、第2図はスパッタリング制御機の基本構成図、第3図はスパッタリング制御機のセットフローチャート、第4図は間歇スパッタリング電力の出力波形を示す図、第5図は本発明の第2の実施例である間歇スパッタリング装置の全体構成図、第6図は第5図の間歇スパッタリング装置の電力出力波形を示す図、第7図は本発明の間歇スパッタリングと従来のスパッタリングによる基板温度の上昇を示すグラフ、第8図は本発明の第3の実施例である間歇スパッタリング装置の全体構成図である。

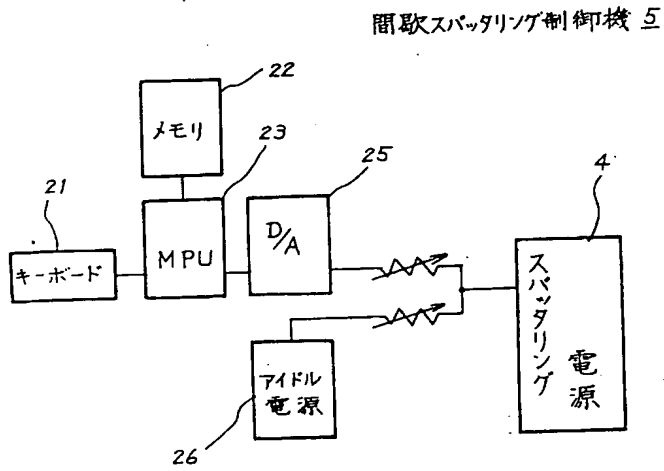
5…間歇スパッタリング制御機、4…スパッタリング電源、2…基板、3…第1のターゲット、6…第2のターゲット、7…第3のターゲット、1…間歇スパッタリング装置、21…キーボード、22…メモリ、23…演算器、25…D-A変換器、

26…アイドル電源、41…主たるスパッタリング電源、42…従たるスパッタリング電源、81…電極選択スイッチ、82…低電力切替スイッチ。

第1図

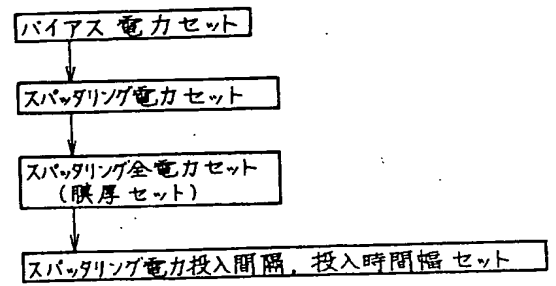


第 2 図

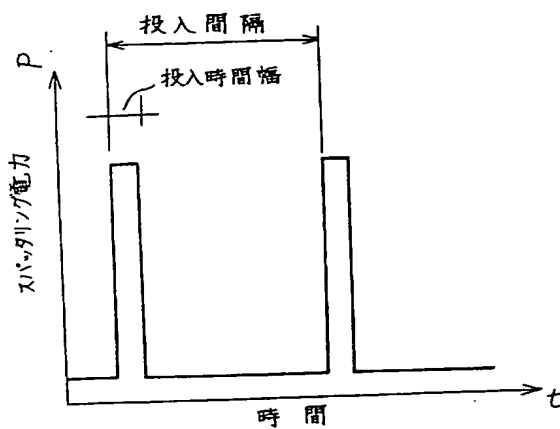


第 3 図

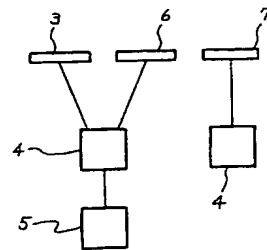
フローチャート



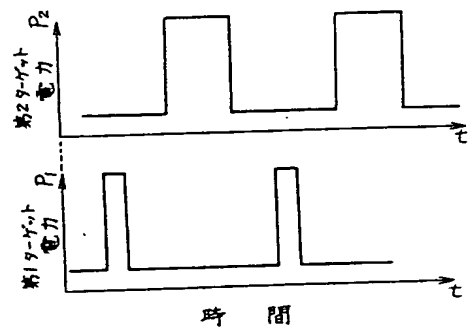
第 4 図



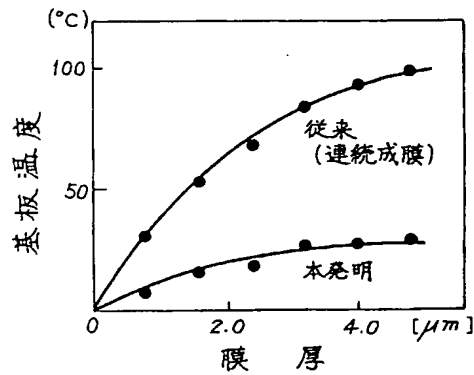
第 5 図



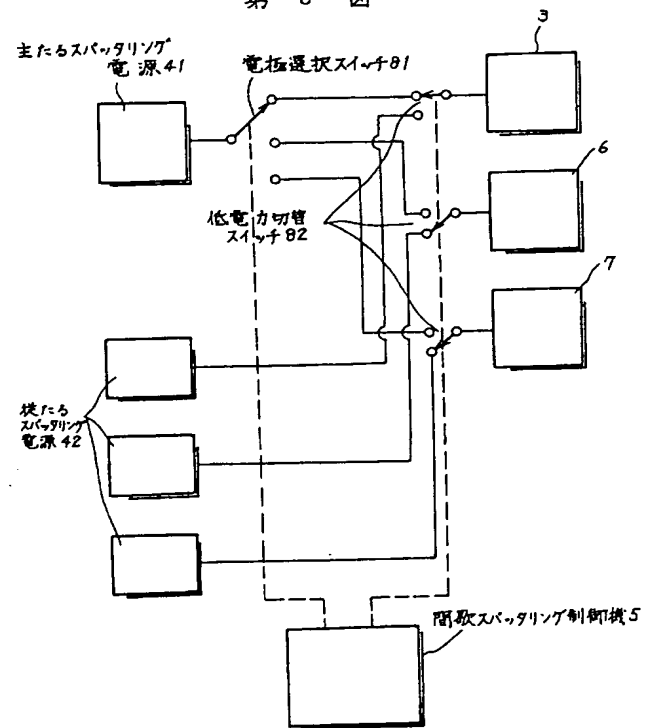
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 1 頁の続き

⑫発明者 頼 富 美 文

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑬発明者 小 下 敏 之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑭発明者 中 谷 光 雄

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内